

УДК 004.056.5

Прокопович-Ткаченко Д.И., Иванов Д.А.¹
Университет таможенного дела и финансов

**Применение мультимаршрутизации в ведомственных
информационно-технических сетях и телекоммуникационной
инфраструктуре центров обработки и хранения данных с целью
снижения вероятности негативного воздействия на сети и
увеличения скорости обмена данными**

При проектировании удаленных элементов информационно технических систем (ИТС) и скрытых центров обработки и хранения данных различного уровня, разработчики сталкиваются с вопросами удаленности от основных глобальных провайдеров и вынуждены резервировать и создавать асимметричные схемы соединения с глобальной сетью используя услуги низкоскоростных местных операторов связи, с низкой стоимостью канала и невысокой скоростью передачи данных и провайдеров, предоставляющих широкополосный доступ, но имеющий высокую стоимость, как за использование канала связи, так и высокую стоимость оборудования, необходимого для организации такого канала связи.

Одним из актуальных решений этой проблемы является технология MPTCP (MultiPath TCP). Эта технология позволяет решить несколько задач в ходе эксплуатации информационно технических систем, также использовать в телекоммуникационных инфраструктурах дата-центров, или центров (хранения и обработки данных (ЦОД/ЦХОД)), основанных на беспроводных решениях. Эта технология обеспечит высокую надёжность их функционирования и сложность физического обнаружения.

Технология может быть применена, как и в сложных высокоскоростных сетевых решениях, так и в любых клиентских устройствах, использующих различные сетевые протоколы и стандарты широкополосного доступа к глобальной сети.

Технология мультимаршрутной или многопутевой (multi patch) модификации TCP впервые была реализована на маршрутизаторах одного из известных производителей коммутационного оборудования. Два маршрутизатора были соединены 6 Ethernet портами со скоростью 10 Gb каждый. В ходе применения этой технологии была достигнута суммарная скорость передачи между маршрутизаторами свыше 50 Gb.

Кратко опишем эту технологию. В TCP/IP мы устанавливаем соединение с определённым IP-адресом, после чего обмениваемся пакетами только с этим адресом. Разработчики нового расширения для протокола Multipath TCP (RFC 6824) предлагают снять это историческое ограничение. По их мнению, использование многопутевой (multipath) модификации TCP упростит использование этого протокола во многих прикладных задачах, таких как прозрачное перенаправление трафика с одного устройства на другое и балансировка нагрузки.

Многопутевая модификация Multipath TCP или MPTCP позволяет легко подключать сервер сразу к нескольким каналам Ethernet, а на смартфоне использовать одновременно WiFi и 3G, да и вообще появляется много других интересных возможностей.

¹ под редакцией доктора технических наук, проф. Мороза Б.И.



Конечно, под Linux и сейчас можно вручную распределить трафик по нескольким каналам, но это не слишком эффективно. Такие программные решения неоднократно упоминались различными разработчиками ПО на базе Linux.

Если соединение установлено по Multipath TCP (MPTCP), то возможен обмен пакетами с несколькими адресами/интерфейсами одновременно, в рамках одного соединения. В то же время соединение MPTCP сохраняет обратную совместимость со старыми версиями TCP и допускает подключение устройства по-обычному TCP. Другими словами, если ваш компьютер поддерживает MPTCP, то вы можете подключиться к трём провайдерам без поддержки MPTCP — и установить соединение с другим клиентом MPTCP на тройной скорости.

Разработчики MPTCP приводят типичные примеры его использования

Увеличение скорости доступа за счёт подключения к нескольким провайдерам (например, подключение сервера по нескольким интерфейсам).

Улучшение качества мобильной связи за счёт подключения к нескольким точкам доступа одновременно.

Одновременное использование WiFi и 3G.

На рис. 1 приведены графики, иллюстрирующие применение данной технологии с различными стандартами передачи данных.

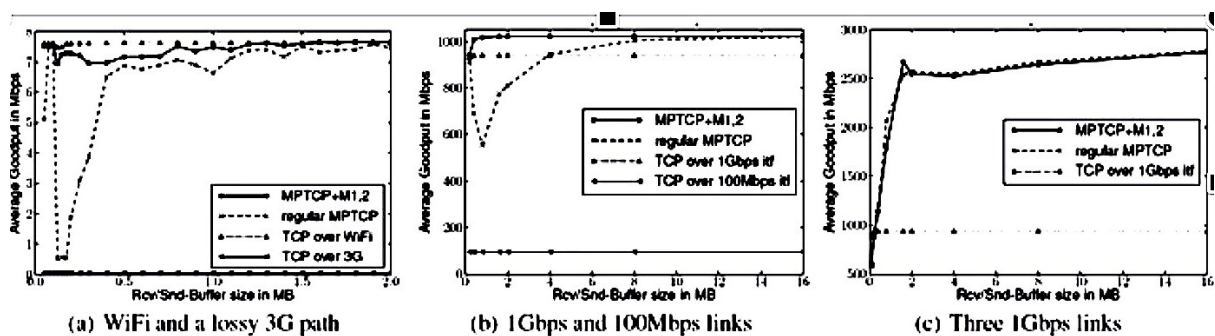


Рис.1

Естественно, есть и много других вариантов. Подключать каналы по разным интерфейсам и пропускать трафик по всем этим каналам одновременно — очень удобно, не говоря уже о значительной прибавке в скорости.

После более года разработки для ядра Linux доступна новая версия (0.90) расширения MPTCP (MultiPath TCP), которое позволяет организовать работу TCP-соединения с доставкой пакетов одновременно по нескольким маршрутам через разные сетевые интерфейсы, привязанные к разным IP-адресам. Для сетевых приложений подобное агрегированное соединение выглядит как обычное TCP-соединение, вся логика разделения потоков выполняется силами MPTCP. Новая версия выполнена в виде патча для ядра Linux 3.18. Бинарные пакеты собраны для Ubuntu 14.04 (amd64) и Debian Squeeze (amd64, i386).

Multipath TCP может использоваться как для расширения пропускной способности, так и для увеличения надёжности. В качестве одного из практических применений Multipath TCP для обычных пользователей упоминается возможность организации передачи данных на смартфоне с использованием одновременно линков WiFi и 3G. Для серверных систем Multipath TCP может обеспечить сокращение расходов за счёт использования нескольких дешевых линков вместо одного более дорогого.

В новой версии:

В состав включен алгоритм управления перегрузкой TCP Balia (Balanced Linked Adaptation Congestion Control Algorithm), специально реализованный для MPTCP и учитывающий балансировку потока через несколько разнородных линков;

Добавлена поддержка режима быстрого открытия TCP-соединений FastOpen для Multipath TCP. TCP FastOpen позволяет сократить число шагов установки соединения за счёт комбинирования в один запрос первого и второго шагов классического 3-этапного процесса согласования соединения, и даёт возможность отправки данных на начальном этапе установки соединения (данные посылаются одновременно с SYN-сегментом);

Улучшена поддержка опций настройки TCP-сокета;

Возможность настройки метода контроля перегрузки для отдельных потоков через опцию настройки сокета TCP_CONGESTION;

Поддержка неотслеживаемой (stateless) установки соединений (например, TCP SYN-Cookies);

Возможность использования TCP SYN-Cookies для защиты web-серверов от SYN-флуда;

Добавлены дополнительные счётчики MIB/SNMP для статистики и отладки;

Поддержка мониторинга за состоянием MPTCP через команду "netstat -s" (требуется установка модифицированной версии пакета net-tools);

Проведение работы по оптимизации производительности.

Список использованных источников

1. Jaydip Sen "Security and Privacy Issues in Wireless Mesh Networks: A Survey" [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1302/1302.0939.pdf>
2. A. Sgora, D. D. Vergados, P. Chatzimisios "A Survey on Security and Privacy Issues in Wireless Mesh Networks" [Электронный ресурс]. Режим доступа http://aetos.it.teithe.gr/~peris/research/Wiley_Security.pdf
3. P. Papadimitratos, Z. J. Hass "Secure link state routing for mobile ad hoc networks" // *Proceedings of the Symposium on Applications and the Internet Workshops*, pp. 379-383, Washington DC, USA, 2003
4. MultiPath TCP: From Theory to Practice - S. Barré, C. Paasch and O. Bonaventure. *IFIP Networking*, 2011.
5. TCP Extensions for Multipath Operation with Multiple Addresses - A. Ford, C. Raiciu, M. Handley and O. Bonaventure. *Internet Engineering Task Force (IETF), Internet-Draft*, March 2011.
6. Design, implementation and evaluation of congestion control for multipath - D. Wischik, C. Raiciu, A. Greenhalgh, M. Handley. *NSDI*, 2011.
7. Data Centre Networking with Multipath TCP - C. Raiciu, C. Pluntke, S. Barré, A. Greenhalgh, D. Wischik and M. Handley, *HotNets IX workshop*, 2010.
8. Experimenting with Multipath TCP, S. Barré, C. Raiciu, O. Bonaventure, M. Handley. *Demo at SIGCOMM conference*, 2010.
9. Practical Congestion Control for Multipath Transport Protocols - C. Raiciu, D. Wischik, M. Handley. *UCL Technical Report*. 2010.
10. Control of multipath TCP and optimization of multipath routing in the Internet - D. Wischik, M. Handley and C. Raiciu, *Proc. NetCOOP 2009*.
11. Multi-path congestion control - A. Ongenaes, Master Thesis, Université catholique de Louvain, 2009.
12. The Resource Pooling Principle - D. Wischik, M. Handley and M. Bagnulo Braun. *ACM/SIGCOMM CCR*. 2008.
13. O. Bonaventure, C. Paasch, and G. Detal. Experience with Multipath TCP. *Internet-Draft draft-ietf-mptcp-experience-01*, IETF Secretariat, Mar. 2015. I-D Exists. M. Boucadair et al. An MPTCP Option for Network-Assisted MPTCP Deployments: Plain Transport Mode. *Internet draft, draft-boucadair-mptcp-plain-mode-07*, work in progress, May 2016.
14. Y.-C. Chen, Y.-s. Lim, R. J. Gibbens, E. M. Nahum, R. Khalili, and D. Towsley. A measurement-based study of MultiPath TCP performance over wireless networks. In *Proceedings of the 2013 Conference on Internet Measurement Conference, IMC '13*, pages 455–468, New York, NY, USA, 2013. ACM.
15. Q. De Coninck, M. Baerts, B. Hesmans, and O. Bonaventure. A first analysis of multipath tcp on smartphones. In *Passive and Active Measurement*, pages 57–69. Springer, 2016.
16. P. Eardley. Survey of MPTCP Implementations. *Internet-Draft draft-eardley-mptcp-implementations-survey-02*, IETF Secretariat, July 2013.
17. A. Ford, C. Raiciu, M. Handley, S. Barre, and J. Iyengar. Architectural Guidelines for Multipath TCP Development. *RFC 6182 (Informational)*, Mar. 2011.